

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**JOSÉ HENRIQUE PICCOLI**

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE PIVÔ  
CENTRAL NA REGIÃO DE CAMPOS NOVOS (SC)**

Florianópolis

2011

**JOSÉ HENRIQUE PICCOLI**

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE PIVÔ  
CENTRAL NA REGIÃO DE CAMPOS NOVOS (SC)**

Relatório de estágio de conclusão de curso apresentado para  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade  
Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Augusto Alves Pereira

Florianópolis-SC

2011

**JOSÉ HENRIQUE PICCOLI**

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE PIVÔ  
CENTRAL NA REGIÃO DE CAMPOS NOVOS (SC)**

Relatório de estágio de conclusão de curso apresentado para  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade  
Federal de Santa Catarina.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Antônio Augusto Alves Pereira

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Cileide M. M. Coelho A. Souza

---

Prof. Dr Rosandro Boligon Minuzzi

Florianópolis, Junho de 2011

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, você conhece nossas vidas nas coisas boas e ruins e muito mais, nossas dores, nossos momentos de alegria, a nossa orientação e de nossos esforços. Muito obrigado por estar sempre do meu lado.

À minha família, em especial à minha mãe, avó e namorada por estarem presentes em todos os momentos.

Aos colegas e amigos pelo incentivo e colaboração para execução deste trabalho.

A todos os professores do curso de Agronomia pelos conhecimentos passados e pela dedicação aos alunos.

Aos professores Antônio Augusto Alves Pereira e Rosandro Boligon Minuzzi pela ajuda e orientação na realização deste trabalho, sempre presentes e dispostos a sanar as dúvidas existentes.

A todos os funcionários do Laboratório de Sementes da COPERCAMPOS pela paciência e conhecimentos compartilhados.

A todos os funcionários do Departamento Técnico da COPERCAMPOS pelos conhecimentos compartilhados e pela presteza em sanar todas as dúvidas que surgiram durante o estágio. Em especial ao Engenheiro Agrônomo Solimar Zotti pela paciência e ensinamentos durante o estágio, e as secretárias Luci Paula e Gisele pela importante ajuda durante o estágio e na realização deste trabalho.

A todos que de uma forma ou outra colaboraram para que este trabalho fosse realizado com êxito.

## RESUMO

O milho e a soja são culturas de grande importância econômica com grandes investimentos em sua produção, estando também passíveis dos efeitos decorrentes do déficit hídrico que podem afetar sua produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade de utilização do sistema de pivô central para eventualmente suprir a necessidade de água das culturas na Região de Campos Novos. Para isso foi utilizado o programa Cropwat 8.0 para realizar o balanço hídrico dos anos de 2000 a 2010 na Região em estudo e estimar o número de irrigações necessário em cada safra, a lâmina de água exigida e as perdas no rendimento decorrentes da falta de água. Em seguida foi calculado o custo da irrigação e comparado com as perdas de produtividade. As perdas da soja foram inferiores ao custo de irrigação para a cultura, mostrando que o sistema de pivô central não é uma solução interessante, já para a cultura do milho as perdas foram superiores ao custo da irrigação mostrando que a utilização do sistema de pivô central é uma solução viável.

*Palavras-chave: Cropwat 8.0, Glycine max, Zea mays e Campos Novos.*

## LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1 – Número de Irrigações anuais recomendadas para a soja.....	19
Gráfico 2 – Queda estimada de produtividade na cultura da soja .....	19
Gráfico 3 – Produtividade real x produtividade estimada (kg/ha) para a cultura da soja.....	21
Gráfico 4 – Número de Irrigações anuais recomendadas para o milho.....	22
Gráfico 5 – Produtividade real x produtividade estimada (kg/ha) para a cultura do milho .....	23
Gráfico 6 – Lâmina de irrigação recomendada para a soja (mm/ciclo).....	24
Gráfico 7 – Lâmina de irrigação recomendada para o milho (mm/ciclo) .....	25

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 – Queda estimada de produtividade para a cultura da soja.....	20
Tabela 2 – Queda estimada de produtividade para a cultura do milho.....	23
Tabela 3 – Lâmina de água mensal média recomendada (mm/mês) para as culturas da soja e do milho.....	25

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

COPERCAMPOS – Cooperativa Regional Agropecuária de Campos Novos

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 – Custo de produção do milho .....	31
Anexo 2 – Custo de produção da soja .....	32
Anexo 3 – Orçamento do sistema de pivô central da empresa Fockink.....	33
Anexo 4 - Tutorial para utilização do Cropwat 8.0 .....	34

## SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO .....	3
LISTA DE GRÁFICOS.....	1
LISTA DE TABELAS .....	1
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	2
LISTA DE ANEXOS .....	3
1 INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA .....	12
3. OBJETIVOS.....	12
3.1 Objetivo Geral .....	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
4 HIPÓTESE .....	13
5 REVISÃO DA LITERATURA .....	13
5.1 Soja.....	13
5.2 Milho .....	14
5.3 Cropwat 8.0 .....	15
5.4 Sistema de Pivô Central.....	16
6 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
8 CONCLUSÕES .....	26
REFERÊNCIAS .....	28
ANEXOS.....	30

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merr) e o milho (*Zea mays* L. spp *mays*) são duas culturas de grande importância para o Brasil e para o mundo. O país é um dos maiores exportadores de soja (PINAZZA, 2007) e também de milho.

Devido à grande importância dessas culturas no agronegócio mundial, já que são insumos necessários para as indústrias de alimentação humana e animal além de outras, existem grandes investimentos no melhoramento genético dessas espécies para aumento de sua produtividade e da resistência a pragas e doenças que causam reduções na produtividade.

Mesmo com o melhoramento genético e adubação adequadas ainda há um fator altamente limitante para as duas culturas, a disponibilidade de água. A falta de água afeta as culturas com intensidades variadas dependendo da duração do estresse hídrico e da fase da cultura em que ocorre.

A soja é mais resistente à falta de água do que o milho, e os danos mais severos acontecem quando essa falta de água ocorre no período da floração causando abortamento de flores e resultando em plantas com menos vagens. No milho as maiores perdas acontecem quando a falta de água ocorre nos períodos de pendramento e espigamento.

Essas perdas podem ser minimizadas com a utilização de sistemas de irrigação. Para o milho e a soja, devido às suas características, um método bastante utilizado para suprir a falta de água é o sistema denominado pivô central.

O sistema de pivô central é um sistema de irrigação por aspersão que consiste em uma canalização com aspersores suspensa por torres com rodas que se movem acionadas por motores elétricos. Esses sistemas são altamente automatizados exigindo pouca mão de obra para sua operação e tornam a irrigação mais eficiente. A base do pivô é fixa e instalada num local onde uma adutora o abastece com água, o pivô realiza um movimento de rotação em torno da base irrigando uma área em forma de círculo. O pivô central é um equipamento caro indicado para grandes áreas visto que seu custo por hectare decresce conforme se aumenta seu raio (PEREIRA, 2009).

O município de Campos Novos figura entre os maiores produtores de soja e milho do Estado de Santa Catarina. Apesar de apresentar uma climatologia de chuvas bem distribuídas durante o ano, o local sofre com estiagens frequentes. O pivô central é um sistema de irrigação compatível com o nível de tecnologia e automatização utilizadas nas lavouras do município, o que torna a pesquisa de sua viabilidade relevante.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Segundo dados do IBGE a soja e o milho representavam, em 2008, aproximadamente 40% (soja 26,1% e milho 14%) dos R\$ 148,4 bilhões de reais gerados pela agricultura brasileira.

Essas duas culturas também são as mais importantes na região de Campos Novos e em vista das estiagens verificadas nos últimos anos, pode-se destacar a importância de pesquisas nesta área.

O pivô central é um sistema amplamente utilizado nas grandes lavouras do Centro-Oeste do Brasil, pois permite a irrigação de grandes áreas de forma automatizada. Essa automatização é compatível com o nível de tecnologia aplicado na região a ser estudada e com as recentes estiagens que estão ocorrendo o estudo de técnicas para irrigação das culturas é de extrema importância.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo Geral**

Verificar a necessidade e a viabilidade econômica do uso da irrigação com pivô central, nas culturas do milho e da soja, no município de Campos Novos, com base no estudo da relação entre o balanço hídrico sequencial e a produtividade, no período de 2000 a 2010.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Determinar, por meio do balanço hídrico sequencial, a ocorrência de estiagem em períodos críticos do desenvolvimento das culturas do milho e da soja, e se houve necessidade de irrigação no município de Campos Novos, durante as safras de 2000 a 2010;
- Verificar a existência de correlação entre os dados de produtividade do milho e da soja com os resultados dos balanços hídricos sequenciais no período 2000-2010;

- Obter o custo de produção para o milho e a soja sem irrigação e com o uso do pivô central para estimar a variação na produtividade que justificaria a adoção da irrigação com o pivô central.

#### **4 HIPÓTESE**

Existe viabilidade de implantação de sistema de pivô central no município de Campos Novos -SC para as culturas de soja e milho.

#### **5 REVISÃO DA LITERATURA**

##### **5.1 Soja**

A soja teve produção de 68,69 milhões de toneladas na safra 2009/2010, cerca de 20% superior à safra anterior que teve problemas com a estiagem que reduziu sua produção principalmente nos estados da Região Sul e no Mato Grosso do Sul. Este incremento na produção é de grande importância visto que as exportações brasileiras vêm crescendo anualmente. A média de produtividade nacional foi de 2.927 quilos por hectare (CONAB, 2010).

Na safra 2010/2011 a produção esperada é de 73,23 milhões de toneladas, 5% superior à safra passada. Na região oeste de Mato Grosso as chuvas mais intensas causaram perda na qualidade do produto. Nas regiões Sul e Sudeste apesar da pouca chuva, a mesma foi bem distribuída favorecendo as lavouras. A produtividade nacional promete ser recorde, sendo estimada em 3.270 kg/ha (CONAB, 2011).

No estado de Santa Catarina na safra 2009/2010 foram alcançadas as maiores produtividade e produção de todos os tempos devido ao aumento da área de plantio e o clima favorável. A soja tem substituído o milho por apresentar vantagens como menos custo de produção, melhor preço de venda e maior resistência a adversidades climáticas. Esse aumento de produção permitiu que o estado alcançasse a auto-suficiência na produção de soja com um superávit de 235 mil toneladas enquanto que a diminuição da área plantada de milho ocasionou um déficit ainda maior do grão (CEPA, 2010).

No município de Campos Novos, seguindo a tendência do restante do estado, houve um aumento da área plantada de soja em detrimento do milho incentivado pela presença do fenômeno La Niña. No entanto com a fraca atuação do fenômeno, a soja acabou prejudicada com chuvas no final do ciclo, prejudicando a colheita e diminuindo a qualidade dos grãos. Mesmo com a queda na produtividade os bons preços e a maior área plantada estão trazendo bons resultados aos produtores.

A soja tem sua produção afetada pela deficiência hídrica de diversas formas e variando conforme o estágio de desenvolvimento em que a cultura se encontra quando ocorre esta deficiência. A falta de água pode levar a planta a acelerar seu ciclo e diminuir o período de enchimento de grãos fazendo com que a produtividade final seja alterada. A irrigação nesse caso faz com que a planta não estressada mantenha seu ciclo por mais tempo proporcionando um maior período de enchimento de grãos e conseqüentemente gerando maior produtividade (MAEHLER et al, 2003).

Segundo estudo realizado por Nogueira e Nagai (1988) a soja tem várias características afetadas pela deficiência hídrica. Essas características são ainda afetadas com diferentes magnitudes dependendo do estágio em que a planta se encontra no momento em que é submetida ao estresse hídrico. A produção de grãos por planta diminui em conseqüência da diminuição do número de vagens por planta e do menor enchimento dos grãos.

Diversos estudos relatam ainda diminuição do tamanho de sementes de soja quando as plantas foram submetidas a estresse hídrico durante o período de formação de grãos.

## **5.2 Milho**

Segundo CONAB (2010) a área cultivada com milho Primeira Safra de 2009/2010 foi de 7.724,0 mil hectares com uma redução de 16,7% em relação à safra de 2008/2009. A produtividade para esta safra foi de 4,41 toneladas por hectare.

Já para a safra 2010/2011 a área plantada é estimada em 7.779,5 mil hectares sendo esse aumento relacionado com a recuperação da área semeada no Nordeste, com produtividade esperada de 4.354 kg/ha. Com a intensidade do fenômeno La Niña sendo menor que o esperado, a produção do Centro-Sul está praticamente garantida. A produção esperada para a primeira safra é de 33,87 milhões de toneladas sendo a maior parte do milho

cultivado em sistema de plantio direto, com o sistema convencional sendo utilizado principalmente em áreas de lavoura recém abertas (CONAB, 2011).

O estado de Santa Catarina tem a maior produtividade entre todos os estados brasileiros, alcançando 6.300 kg/ha na safra 2009/2010, porém essa produtividade sofre com adversidades climáticas, principalmente falta de água. A área plantada tem diminuído devido principalmente à expansão das lavouras de soja. Mesmo possuindo as maiores produtividades nacionais o estado de Santa Catarina sempre teve déficit na produção de milho, já que o estado possui um grande rebanho de aves, suínos e vacas leiteiras (CEPA, 2010).

O milho é uma cultura sensível ao estresse hídrico e o período reprodutivo é o mais crítico para a cultura. Em estudo realizado no estado de Goiás HEINEMANN et al (2009) observaram perdas de até 89% na produção de grãos quando as plantas foram submetidas a deficiência hídrica severa durante o período reprodutivo. O déficit hídrico pode aumentar o período entre a emergência do pendão e o aparecimento dos estigmas prejudicando a polinização e formando espigas com menor número de grãos ou mesmo estéreis, o que faz com que irrigações realizadas neste estágio sejam mais eficientes no aumento de produtividade do que as realizadas no período vegetativo (BERGONCI et al, 2001).

### 5.3 Cropwat 8.0

O Cropwat 8.0 é um programa de computador criado e distribuído gratuitamente pela FAO e pode ser obtido através do endereço eletrônico ([http://www.fao.org/nr/water/infores\\_databases\\_cropwat.html](http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html)).

Este programa pode ser usado para calcular a necessidade de água e irrigação de diferentes culturas de acordo com a necessidade do usuário, utilizando dados referentes ao clima, solo, cultura e manejo utilizados. Também pode ser utilizado para avaliar a eficiência dos métodos de irrigação utilizados pelo agricultor e propor novos esquemas de manejo da irrigação na propriedade.

Todos os cálculos realizados pelo Cropwat 8.0 são baseados em duas publicações da própria FAO (“Crop Evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements” e “Yield response to water”).

Para situações em que os dados necessários não são disponíveis o programa oferece uma série de modelos que podem ser usados para realização dos cálculos, e no caso da falta dos dados climatológicos pode ser usado o CLIMWAT, um programa complementar que possui dados de mais de 5 mil estações de todo o mundo (FAO, 2011).

## **5.4 Sistema de Pivô Central**

O Pivô Central foi construído pela primeira vez em 1948 por Frank L. Zybach que em 1954 vendeu os direitos de fabricação para a empresa americana Valley. Em meados de 1970 o Pivô Central foi trazido para o Brasil onde tem uma boa aceitação com a venda estimada de 800 unidades por ano (LIMA, 2010).

O sistema de Pivô Central é uma das alternativas para irrigação das lavouras e ajuda a evitar perdas na produção devido a períodos de estiagem. Este sistema é auto-propelido e move-se em trajetória circular em torno de uma torre fixa; é composto de várias torres que dão suporte a uma canalização que fica suspensa. A movimentação das torres é regulada através do ajuste da velocidade da última torre com as torres internas, que iniciam seu movimento toda vez que o ângulo de declinação entre cada vão superar um ângulo limite pré determinado. A canalização entre duas torres é chamada de lance, e em cada lance estão posicionados aspersores que distribuem a água enquanto o sistema se movimenta pelo campo. Além da irrigação o sistema de Pivô Central pode ser usado para aplicação de fertilizantes e agrotóxicos líquidos.

O sistema normalmente tem grandes dimensões, pois assim seu custo fixo é diluído quando utilizado em uma maior área. O custo de implantação é alto, mas compensa em regiões que tem chuvas irregulares ou em pouca quantidade e que podem prejudicar o desenvolvimento das culturas.

A boa aceitação do sistema de Pivô Central se deve a alguns fatores como a necessidade mínima de mão-de-obra, simplicidade de operação, adaptabilidade a terrenos planos e levemente ondulados além da possibilidade de ser utilizado para distribuição de fertilizantes e defensivos (LIMA, 2010)

## **6 MATERIAL E MÉTODOS**

Para analisar a viabilidade de implantação do sistema de pivô central primeiramente foi realizado o balanço hídrico do período de janeiro de 2000 até dezembro de 2010, utilizando o programa Cropwat 8.0. Nesta etapa foram utilizados os seguintes dados diários



fornecidos pela estação meteorológica de Campos novos pertencente a EPAGRI: precipitação (mm), velocidade do vento (m/s), insolação (h) e umidade relativa (%).

O Cropwat 8.0 também requer dados específicos das culturas para as quais se deseja realizar o balanço hídrico e para isso foram utilizadas como modelo as variedades mais plantadas em Campos Novos na safra 2010/2011 sendo para a soja a variedade NA5909 RG da Nidera Sementes e para o milho a variedade 30F53 da Pioneer Sementes<sup>1</sup>. Uma das principais variáveis é a profundidade efetiva das raízes das plantas que segundo Klar (1991) é a profundidade onde 80% das raízes da cultura se encontram. Para o milho essa profundidade é em média 43 cm e para a soja 49 cm (BORDIN et al, 2008).

A variedade NA5909 RG possui ciclo precoce, alto rendimento de grãos, excelente adaptação ao sul do Brasil e estabilidade de produção. A estas características está aliada tecnologia de resistência ao Glifosato e plantas de porte semi-ereto com ótimo potencial de engalhamento (NIDERA, 2009).

O 30F53 é um híbrido simples de ciclo superprecoce que possui elevada resposta a manejos culturais como aumento de adubação, redução de espaçamento e aumento de população dentro dos níveis recomendados. Na região sul seu plantio é recomendado na época normal de plantio da região; já nos locais mais ao norte (Mato Grosso, Goiás e etc) é recomendado apenas nas primeiras épocas de plantio e preferencialmente em áreas irrigadas (PIONEER, 2006).

Outro requerimento do Cropwat 8.0 é a necessidade de inserir as características do solo do local em estudo para que o programa possa calcular o armazenamento de água no solo e a disponibilidade da mesma para as plantas. Em Campos Novos o tipo de solo predominante é o Latossolo vermelho distrófico. Os Latossolos são solos em avançado estágio de intemperização, fortemente a bem drenados, profundos e normalmente ácidos com baixa saturação por bases (SANTOS, 2006).

Após inserir todas as informações acima no Cropwat 8.0 o programa é capaz de calcular o balanço hídrico e estimar a quantidade de água disponível para a cultura em cada dia do ciclo. O programa ainda elabora um cronograma de irrigação, determinando a quantidade e o momento de irrigar, levando em consideração critérios definidos pelo usuário. Neste trabalho o momento de irrigação escolhido foi o ponto de esgotamento crítico (Irrigate at critical depletion) que é o ponto a partir do qual a planta começará a sofrer estresse para retirar água do solo, pois a água facilmente disponível terá acabado. O modo de aplicação da irrigação escolhido foi o de irrigar até que o solo alcance a capacidade de campo (Refill soil to

---

<sup>1</sup> Informação fornecida pelo Departamento Técnico da COPERCAMPOS.

Field capacity)), pois dessa maneira a lâmina aplicada será variável de acordo com as necessidades da planta e suficiente para garantir água por um bom período de tempo.

Em outra simulação o programa foi rodado com a opção de não realizar irrigação (No irrigation, rainfed) para que pudesse ser estimada a queda de produtividade que ocorreria se as culturas dependessem apenas das chuvas durante o ciclo de cultivo.

Em seguida foram estimadas as quedas de produtividade fornecidas pelo programa e as produtividades esperadas no município, para as quais foi realizada a adubação (3600 kg/ha para soja e 9000 kg/ha para o milho), que foram posteriormente comparadas com as produtividades reais alcançadas na região de acordo com dados do IBGE. Para estas comparações foi realizada análise de variância e o teste de Tukey a 5% para separação das médias.

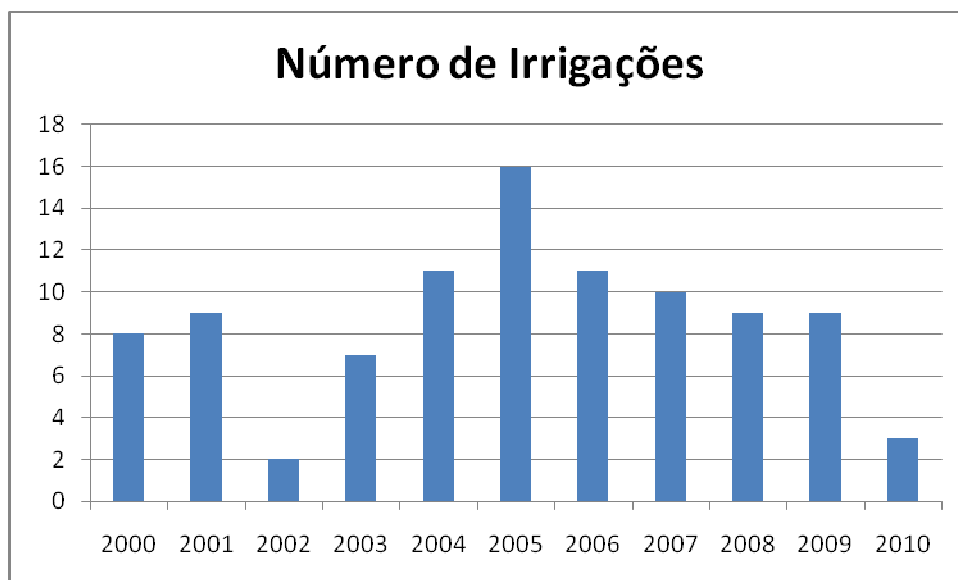
Utilizando os dados fornecidos pelo Cropwat 8.0 ainda foi possível comparar a lâmina de irrigação mensal e descobrir quais os meses onde a falta de água atinge as culturas com mais frequência. Para as referidas comparações foi realizada análise de variância e o teste de Tukey a 5%.

As estimativas de custo de produção sem a utilização do sistema de pivô central, para o milho e a soja, foram obtidas junto ao Departamento Técnico da COPERCAMPOS e confeccionadas de acordo com a metodologia utilizada pela CONAB. O custo de implantação do sistema de Pivô Central por hectare é de 5 mil reais segundo orçamento realizado com a empresa Fockink. Para estimar o custo de produção com o sistema de pivô central instalado foi acrescentado o custo da instalação do sistema dividido pela sua vida útil em anos, a remuneração do capital (6% ao ano), o custo de manutenção anual do sistema (1% do valor total do sistema) e o custo de depreciação do sistema utilizando uma vida útil de 20 anos e valor residual de 20% do valor de aquisição do sistema (CONAB, 2010). Além destes custos foi adicionado o custo da energia elétrica utilizada para o bombeamento de água e movimentação das torres do pivô central. Para determinar a viabilidade da instalação do sistema de pivô central, as perdas ocasionadas pela falta de irrigação foram comparadas com o custo adicional do sistema de irrigação sobre o custo de produção.

## **7 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

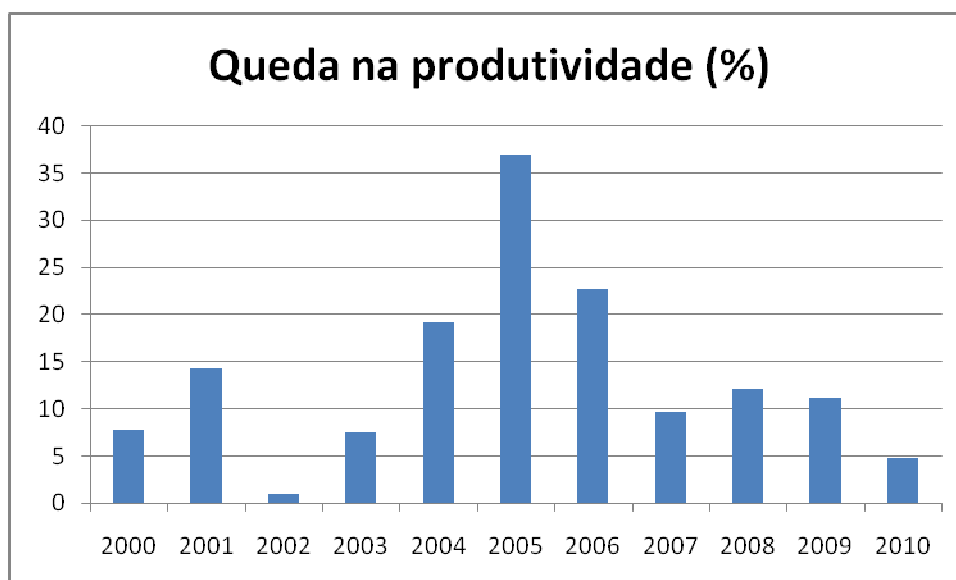
O Cropwat 8.0 indicou que para a cultura da soja houve a necessidade de irrigar a lavoura em média 9,5 vezes por ciclo. Cada momento no qual o programa recomenda que seja feita a irrigação identifica um momento em que os totais de precipitação não foram suficientes

para atender as demandas das plantas no campo e que, conseqüentemente causaria perdas na produtividade. Para a soja esse número variou de 2 momentos no ano de 2002 até 16 momentos no ano de 2005 como pode ser observado no Gráfico 1.



**Gráfico 1. Número de irrigações recomendadas durante o ciclo da soja**

Nos anos mais chuvosos as necessidades de irrigação são menores e as perdas de produtividade em relação à esperada, devido à falta de água também são menores. No Gráfico 2, que representa as perdas de produtividade em porcentagem na cultura da soja, podemos verificar essa tendência; o ano de 2002, no qual houve um menor número de recomendações de irrigação foi o ano em que o programa acusou menor queda de produtividade devido à escassez de água.



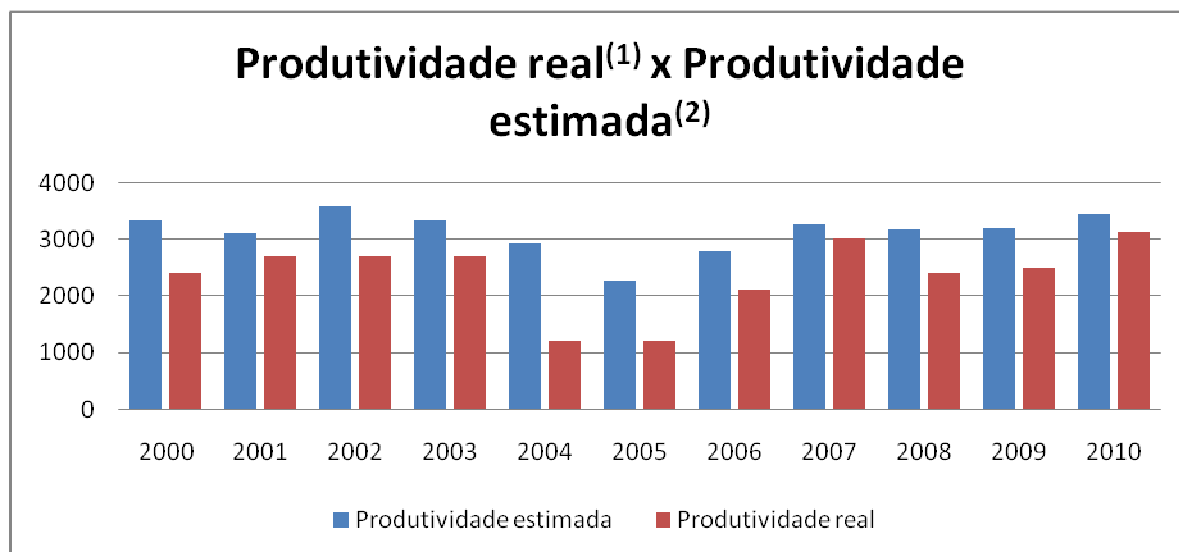
**Gráfico 2. Queda estimada de produtividade na cultura da Soja (%)**

Na cultura da soja essa perda variou de 1% sobre a produtividade esperada para a cultura, que no caso é de 3.600 kg/ha, no ano de 2002, até 37% no ano de 2005, com uma média de 14,7% para os anos observados. Utilizando a produtividade esperada e o valor de R\$ 41,00 por saca de 60 kg de soja, (valor pago ao produtor pela COPERCAMPOS no dia 20/05/2011) é possível estimar a perda em dinheiro causada pela falta de água, já que outros fatores determinantes para se atingir a produtividade esperada, como população de plantas e adubação, estavam dentro das recomendações. Esta estimativa pode ser observada na tabela abaixo que mostra as perdas de produtividade em %, kg/ha e R\$/ha.

**Tabela 1. Queda estimada de produtividade para a cultura da soja**

Ano	Queda na produtividade (%)*	Queda na produtividade (kg/ha)*	Queda na produtividade (R\$/ha)**
2000	7,8	280,8	191,88
2001	14,3	514,8	351,78
2002	1,0	36,0	24,60
2003	7,5	270,0	184,50
2004	19,2	691,2	472,32
2005	37	1332	910,20
2006	22,7	817,2	558,42
2007	9,7	349,2	238,62
2008	12,1	435,6	297,66
2009	11,2	403,2	275,52
2010	4,7	169,2	115,62
Média	14,7	529,9	362,11
TOTAL	-	5.299,20	3.621,12

\* Queda de produtividade em relação à produtividade esperada de 3.600 kg/ha. \*\* Valor calculado utilizando o preço de R\$ 41,00 por saca de 60 KG.

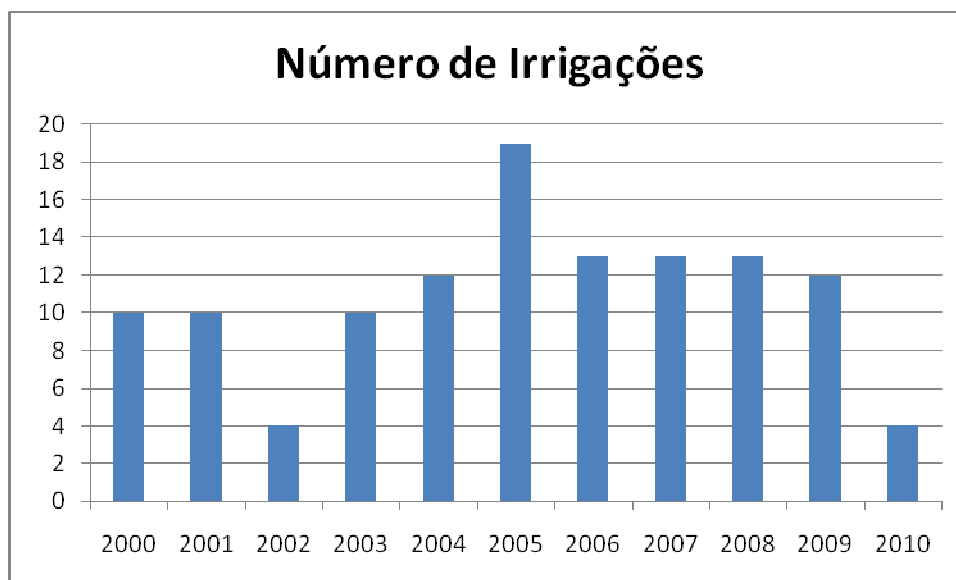


**Gráfico 3. Produtividade real x produtividade estimada (kg/ha) para a cultura da soja**

<sup>(1)</sup>Dados fornecidos pelo IBGE. <sup>(2)</sup>Queda de produtividade estimada pelo Cropwat 8.0.

No Gráfico 3 está representada a comparação entre a produtividade estimada com base nas estimativas do Cropwat 8.0 e as produtividades reais fornecidas pelo IBGE. Após a realização da análise de variância, foi detectada diferença estatística (Tukey 5%) entre a estimativa do Cropwat 8.0 e as produtividades reais. Isso ocorre, pois o Cropwat 8.0 estima apenas as perdas causadas pela falta de água, não computando outras causas de dano à cultura como ataque de pragas e doenças, bem como excesso de chuva no momento da colheita o que também causa quedas na produtividade. Nesse caso a correlação entre as produtividades apresentadas no Gráfico 3 foi de 0,81.

Para a cultura do milho a média de irrigações recomendada pelo Cropwat 8.0 foi de 12 vezes com o mínimo de 4 vezes nos anos de 2002 e 2010 e o máximo de 19 vezes no ano de 2005 como pode ser observado no Gráfico 4.



**Gráfico 4. Número de irrigações durante o ciclo do milho**

Esse maior número de irrigações recomendadas para o milho se deve ao fato de a profundidade efetiva, camada na qual estão 80% das raízes da planta (KLAR, 1991), ser menor que a da soja fazendo com que a quantidade de água disponível para a cultura seja menor e se esgote mais rápido.

Essa característica da planta faz com que as perdas na produtividade, estimadas pelo programa quando não é realizada a irrigação, sejam mais elevadas podendo chegar a até 58,7% como ocorre no ano de 2005. Com uma produtividade esperada de 9.000 kg/ha e o preço de R\$ 25,00 por saco de 60 kg, pago pela COPERCAMPOS ao produtor no dia 20/05/2011, podemos estimar as perdas em kg/ha e em R\$/ha como pode ser visto na Tabela 2.

**Tabela 2. Queda estimada de produtividade para a cultura do milho**

Ano	Queda na produtividade (%)*	Queda na produtividade (kg/ha)*	Queda na produtividade (R\$/ha)**
2000	14,7	1.323	551,25
2001	26,0	2.340	975,00
2002	4,1	369	153,75
2003	14,0	1.260	525,00
2004	29,9	2.691	1.121,25
2005	58,7	5.283	2.201,25
2006	34,6	3.114	1.297,50
2007	20,4	1.836	765,00
2008	26,1	2.349	978,75
2009	17,0	1.530	637,50
2010	9,4	846	352,50
Média	25,5	2.294,1	955,88
TOTAL	-	22.941,00	9.558,75

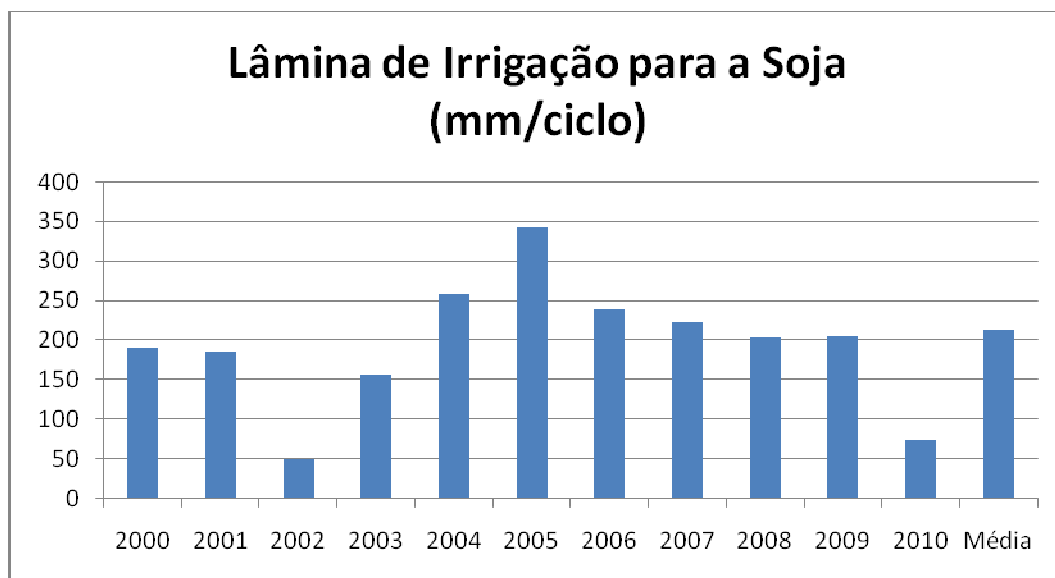
\* Queda de produtividade em relação à produtividade esperada de 9.000 kg/ha. \*\* Valor calculado utilizando o preço de R\$ 25,00 por saco de 60 KG.

**Gráfico 5. Produtividade real x produtividade estimada (kg/ha) para a cultura do milho**

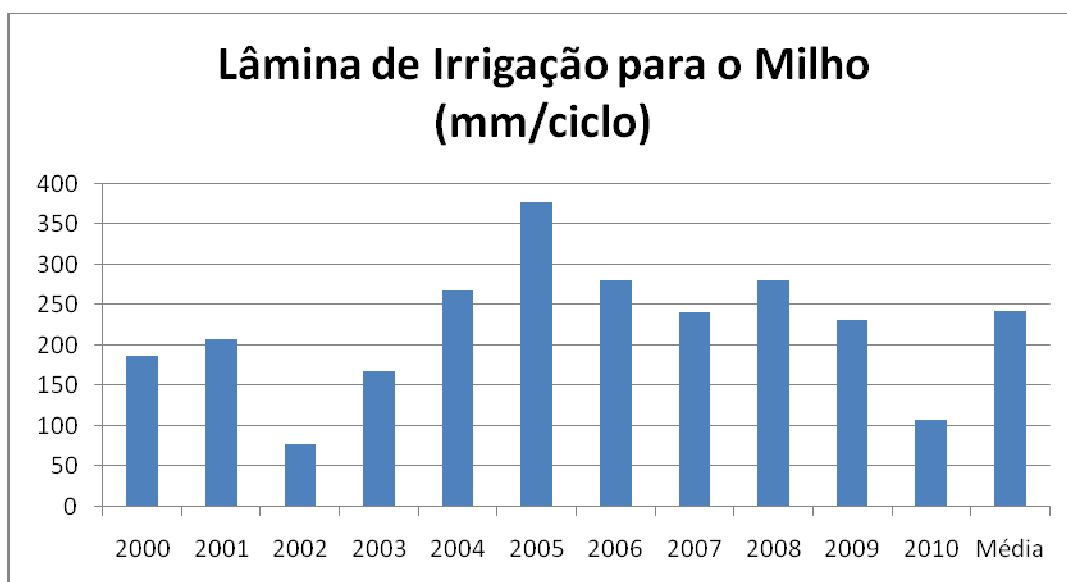
<sup>(1)</sup>Dados fornecidos pelo IBGE. <sup>(2)</sup>Queda de produtividade estimada pelo Cropwat 8.0

Os resultados apresentados no Gráfico 5, mostram que, houve diferença estatística entre a produtividade real e a estimada pelo Cropwat 8.0 quando realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Essa diferença provavelmente deve-se aos mesmos motivos apresentados para a soja. Por essa razão a produtividade estimada pelo Cropwat 8.0 é sempre superior à produtividade real fornecida pelo IBGE. Neste caso a correlação entre as produtividades apresentadas no Gráfico 5 foi de 0,60.

Para evitar as perdas na produtividade em razão da falta de água o programa Cropwat 8.0 recomenda os momentos em que a irrigação deve ser feita, e a lâmina de água a ser aplicada. Nos Gráficos 6 e 7 são mostradas as quantidades de água em milímetros por ciclo de cultivo para a soja e o milho respectivamente.



**Gráfico 6. Lâmina de irrigação a recomendada para a soja (mm/ciclo)**



**Gráfico 7. Lâmina de irrigação recomendada para o milho (mm/ciclo)**

Como pode ser observado nos Gráficos 6 e 7, a lâmina média de irrigação para a soja foi de 212,5 mm/ciclo e para o milho de 241,4 mm/ciclo. Para aplicar essa quantidade de água



o pivô central terá de trabalhar 557,9 e 633,6 horas/ciclo, respectivamente, para atender as necessidades das duas culturas.

**Tabela 3. Lâmina de água mensal média recomendada (mm/mês) para as culturas da soja e milho<sup>(1)</sup>.**

Mês	Culturas	
	Soja	Milho
<b>Novembro</b>	13,77b	19,98c
<b>Dezembro</b>	59,90a	81,85a
<b>Janeiro</b>	45,65a	67,53ab
<b>Fevereiro</b>	73,86a	34,32bc

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 pode-se observar a média mensal da lâmina de irrigação recomendada pelo Cropwat 8.0 durante o período em que as culturas estão no campo. Para a soja pode-se perceber que não há diferença estatística entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro e o mês de novembro é quando ocorre a menor necessidade de irrigação. O mês mais crítico para a cultura é o de Fevereiro, quando ocorre a floração. Para o milho podemos notar que os meses onde a lâmina de irrigação recomendada é maior são dezembro e janeiro. Nesse caso a maior necessidade de irrigação ocorre durante o período crítico para a cultura, já que o pendoamento normalmente ocorre no final de dezembro, mostrando que nesse período a irrigação seria mais eficiente para a cultura, tendo maior efeito na redução da queda de produtividade.

Somando os custos de implantação do sistema de pivô central (R\$ 125,00 por ha/ano), custo de remuneração do capital (R\$ 551,78 por ha/ano), depreciação do equipamento (R\$ 100,00 por ha/ano), manutenção do equipamento (R\$ 50,00 por ha/ano) e o custo por hora de trabalho do sistema que consiste na multiplicação do consumo (0,98 kW/h por ha) pelo preço de R\$ 0,16444 por kW e pelo número de horas trabalhadas por ano, chegamos ao custo final da irrigação. Este custo para a média de horas trabalhadas do sistema é de R\$ 916,99 por hectare por ano para a cultura da soja e de R\$ 929,23 por hectare por ano para a cultura do milho.

Para cobrir os custos da irrigação considerando o preço de R\$ 41,00 por saco de 60 kg de soja são necessários 22,4 sacos por hectare por ano, já para o milho com preço de R\$ 25,00 por saco de 60 kg são necessários 37,2 sacos por hectare por ano. Com esses valores somados

ao restante do custo de produção detalhado no Anexo e com o preço de venda citado, a soja teria um custo total de produção por hectare de R\$ 2.154,50 e para cobrir este custo necessitaria de uma produtividade mínima de 52,55 sacos de 60 kg por hectare. Para o milho o custo total de produção com a irrigação é de R\$ 2.932,71 por hectare e para cobrir esse custo é necessária uma produção mínima de 117,31 sacos de 60 kg por hectare.

Analisando estes dados pode-se perceber que a média de perdas na produtividade para a cultura da soja é de 8,8 sacos de 60 kg por ano valor consideravelmente abaixo dos 22,4 sacos por ano necessários para pagar o custo da irrigação. Mesmo no ano onde houve a maior queda na produtividade (2005) essa queda foi menor do que os custos anuais da irrigação mostrando que para esta cultura a utilização do pivô seria uma adição de custos desnecessária. Neste caso uma das alternativas para o produtor seria adotar outros métodos de irrigação para realizá-la em momentos mais críticos ou aumentar a produtividade esperada com aumento da população de plantas e utilizando o sistema de pivô para fertirrigação aumentando a produtividade.

Para o milho este cenário é diferente, devido à maior sensibilidade da cultura a períodos de estresse hídrico, a média da queda de produtividade é maior do que o custo do sistema de irrigação. Também pode ser observado na Tabela 2 que em 50% dos períodos analisados as quedas de produtividade foram maiores que o custo da irrigação. Em anos de seca mais pronunciada como 2005, as quedas na produtividade podem ficar próximas de 60% evidenciando ainda mais os benefícios proporcionados pela irrigação nesta cultura. A irrigação pode ajudar a manter a produtividade do milho alta principalmente em anos nos quais o déficit hídrico ocorre durante o período crítico, já que, segundo Bergonci (2001) este é o período em que a irrigação é mais eficiente para a cultura.

## 8 CONCLUSÕES

1. A irrigação utilizando o sistema de pivô central não é viável para a cultura da soja na Região de Campos Novos, pois as perdas pela falta de água são inferiores ao custo do sistema.
2. A irrigação utilizando sistema de pivô central é viável para a cultura do milho na Região de Campos Novos, pois devido à sensibilidade da cultura ao estresse hídrico a redução da produtividade é superior aos custos do sistema de irrigação.
3. A produtividade real das duas culturas no município é sempre inferior à estimada pelo Cropwat 8.0 pelo fato de o programa computar apenas a redução de produtividade causada

pelo déficit hídrico. Houve correlação entre as produtividades real e estimada, sendo esta correlação mais forte para a cultura da soja.

4. O Cropwat 8.0 é confiável para a realização do balanço hídrico e pode ser usado como ferramenta para auxiliar na tomada de decisões quanto ao manejo da irrigação.

## REFERÊNCIAS

- BERGONCI, J. I et al. **Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 7, p. 949-956, jul. 2001.
- BORDIN, I. et al. **Matéria seca, carbono e nitrogênio de raízes de soja e milho em plantio direto e convencional**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.43, n.12, p.1785-1792, dez. 2008.
- CEPA. INSTITUTO CEPA/SC. (2004). **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 287p.p. 66-72.
- CEPA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2009-2010**. Disponível em: [http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese\\_2010/sintese%202010\\_inteira.pdf](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2010/sintese%202010_inteira.pdf). Acessado em: 08.05.2011.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010-Décimo Segundo Levantamento**. Disponível no site: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7e05515f8222082610088f5a2376c6af..pdf>. Acessado em 20.09.2010.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2010/2011- Sétimo Levantamento**. Disponível no site: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_04\\_07\\_11\\_02\\_42\\_boletim\\_abril-2011..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_04_07_11_02_42_boletim_abril-2011..pdf). Acessado em: 07.05.2011.
- CONAB. **Custos de Produção Agrícola: A metodologia da Conab**. Disponível no site: <http://www.conab.gov.br/conab/Main.php?MagID=3&MagNo=39>. Acessado em: 15.02.2011.
- HEINEMANN, A. B. et al. **Padrões de Deficiência Hídrica para a Cultura de Milho (safra normal e safrinha) no Estado de Goiás e suas Consequências para o Melhoramento Genético**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, n. 4, p. 1026-1033, jul./ago. 2009.
- IBGE. **Rendimento médio da produção da lavoura temporária**. Disponível no site: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=99&z=t&o=11>. Acessado em 06.05.2011
- IBGE. **Produção agrícola municipal 2008- Culturas temporárias e permanentes**. Disponível no site: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1479&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1479&id_pagina=1). Acessado em 20.09.2010.
- KLAR, A.E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156p.

LIMA, L. A. **Pivô central: história e características**. Disponível em:

<<http://irrigacao.blogspot.com/2010/02/pivo-central-historia-e-caracteristicas.html>>.

Acessado em: 07.05.2011.

MAEHLER A. R. et al. **Potencial de rendimento da soja durante a ontogenia em razão da irrigação e arranjo de plantas**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 2, p. 225-231, fev. 2003.

MONTEIRO et al. **Distância da rede elétrica que viabiliza o uso de motores diesel em áreas irrigadas do Brasil**. Irriga, Botucatu, v.12, n.2, p. 263-272, abril-junho, 2007.

NIDERA. Nidera NA 5909RG. Disponível em:

<[http://www.niderasementes.com.br/produto\\_detalhe.aspx?id=66](http://www.niderasementes.com.br/produto_detalhe.aspx?id=66)>. Acessado em: 15.05.2011

NOGUEIRA S. DOS S. S. e NAGAI V.. **Deficiência Hídrica Simulada nos Diferentes Estádios de Desenvolvimento de um Cultivar Precoce de Soja**. Bragantia, Campinas, 47(1):9-14, 1988.

PEREIRA, A. A. A. **Pivô Central**. Disponível no site:

<[http://www.cca.ufsc.br/~aaap/irrigacao/irrigacao\\_pressurizada/pivo\\_central.ppt](http://www.cca.ufsc.br/~aaap/irrigacao/irrigacao_pressurizada/pivo_central.ppt)> Acessado em 15.09.2010.

PINAZZA, Luiz Antonio. **Cadeia produtiva da soja**. Brasília: IICA, 2007. 114 p. (Agronegócios ; 2) ISBN 9788599851104

PIONEER. Híbridos de milho: 30F53. Disponível em:

<<http://www.pioneersementes.com.br/>>. Acessado em: 15.05.2011.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA solos, 2006. 306p. ISBN 8585864192

## **ANEXOS**

CUSTO DE PRODUÇÃO					
CULTURA: Milho 2010/2011		Produtividade(kg/ha): 9.000		Área(ha):01	
Sistema de Cultivo: Plantio Direto na Palha					
COMPONENTES:	Especificação	Unid. Ref.	Quantidade	VI. Unit.(R\$)	VI. Total(R\$)
A - INSUMOS:					
Semente	milho híbrido	sc 60000 sem.	1,10	347,58	382,34
Adubo de Base	09-33-12	kg	350,00	1,16	406,00
Herbicida Dessecante	Roundup WG	kg	2,00	15,90	31,80
Herbicida Pós	Callisto	l	0,30	167,95	50,39
Herbicida Pós	Primoleo	l	4,00	8,90	35,60
Adubo de Cobertura	Ureia	kg	300,00	1,00	300,00
Inseticida Trat. Sem.	Cropstar	l	0,30	164,99	49,50
Ins. Parte aérea	Match	l	0,30	49,66	14,90
				Sub-Total A:	1270,52
B - SERVIÇOS MÃO-DE-OBRA					
Trat. Semente		dia-homem	0,05	38,00	1,90
Aplic. Dessecante		dia-homem	0,10	38,00	3,80
Sem./Adubação		dia-homem	0,20	38,00	7,60
Adub. Cobertura		dia-homem	0,05	38,00	1,90
Aplic. Herbicida		dia-homem	0,10	38,00	3,80
Colheita		dia-homem	0,20	38,00	7,60
				Sub-Total B:	26,60
C - SERVIÇOS MECÂNICOS					
Aplic. Dessecante	trator+pulveriz.	hora-trator	0,60	45,00	27,00
Sem./Adubação	trator+plantad.	hora-trator	1,00	65,00	65,00
Aplic. Herbicida	trator+pulveriz.	hora-trator	0,60	45,00	27,00
Aplic. Inseticida	trator+pulveriz.	hora-trator	0,60	45,00	27,00
Adub. Cobertura	trator+distrib.	hora-trator	0,60	45,00	27,00
Colheita Mecânica	Colhedora média	hora-colheita	1,00	190,00	190,00
				Sub-Total C:	363,00
D - DESPESAS GERAIS			1,0% de A+B+C		16,60
E - ASSISTÊNCIA TÉCNICA			2,0% de A+B+C+D		33,53
F - SEGURO DA PRODUÇÃO (PROAGRO)			2,9% de A+B+C+D		48,62
G - CUSTOS FINANCEIROS (8meses)					
Juro s/ financiamento		6,75% ao ano	3,375%		59,36
Juro s/ capital de giro		6% ao ano	4%		50,82
H - DESPESAS DE COMERCIALIZAÇÃO					
Transporte externo	20 km	sc.	110	0,90	99,00
Previdência social	2,3% de RB	RB	0,022	1540,00	35,42
				Sub-Total H:	134,42
				Total Geral	2003,48
Fonte: Depto Técnico COPERCAMPOS					

CUSTO DE PRODUÇÃO					
CULTURA: Soja Transgênica 2010/2011		Produtividade(kg/ha): 3.600		Área(ha):01	
Sistema de Cultivo: Plantio Direto na Palha					
COMPONENTES:	Especificação	Unid. Ref.	Quantidade/ha	Vl. Unit.(R\$)	Vl. Total(R\$)
A - INSUMOS:					
Semente	Soja	kg	50	1,10	55,00
Adubo de Base	03-30-15	kg	300	1,08	323,40
Herbicida Dessecante	Roundup WG	kg	1,50	15,90	23,85
Herbicida Pós	Roundup WG	kg	1,5	15,90	23,85
Inoculante	Cell-Tec	pct	1,00	2,90	2,90
Tratamento Semente.	Standak Top	l	0,1	340	34,00
Fung. Parte Aérea	Priorixtra	l	0,3	134,67	40,40
Fung. Parte Aérea	Priorixtra	l	0,3	134,67	40,40
Fung. Parte Aérea	Opera	l	0,5	72,00	36,00
Ins. Parte aérea	Talstar (2X)	l	0,3	99,84	29,95
Sub-Total A:					609,75
B - SERVIÇOS MÃO-DE-OBRA					
Trat. Semente		dia-homem	0,05	38,00	1,90
Aplic. Dessecante		dia-homem	0,1	38,00	3,80
Sem./Adubação		dia-homem	0,2	38,00	7,60
Aplic. Herbicida		dia-homem	0,4	38,00	15,20
Colheita		dia-homem	0,2	38,00	7,60
Sub-Total B:					36,10
C - SERVIÇOS MECÂNICOS					
Aplic. Dessecante	trator+pulveriz.	hora-trator	0,6	45,00	27,00
Sem./Adubação	trator+plantad.	hora-trator	1,0	65,00	65,00
Aplic. Herb. + Inset.	trator+pulveriz.	hora-trator	0,6	45,00	27,00
Aplic. Inset. + Fung.	trator+pulveriz.	hora-trator	1,2	45,00	54,00
Aplic. Inset. + Fung.	trator+distrib.	hora-trator	1,0	45,00	45,00
Colheita Mecânica	Colhedora média	hora-colheita	1,0	190,00	190,00
Sub-Total C:					408,00
D - DESPESAS GERAIS			1,0% de A+B+C		10,54
E - ASSISTÊNCIA TÉCNICA			2,0% de A+B+C+D		21,29
F - SEGURO DA PRODUÇÃO (PROAGRO)			2,9% de A+B+C+D		30,87
G - CUSTOS FINANCEIROS (6 meses)					
Juro s/ financiamento		6,75%	3,375%		37,68
Juro s/ capital de giro		6% ao ano	3%		19,38
H - DESPESAS DE COMERCIALIZAÇÃO					
Transporte externo	20 km	sc.	42	0,90	37,80
Previdência social	2,3% de RB	RB	0,023	1134,84	26,10
Sub-Total H:					63,90
Total Geral					1237,51
Fonte: Depto Técnico COPERCAMPOS					



## FICHA TÉCNICA PARA SISTEMA DE IRRIGAÇÃO PIVOT CENTRAL FOCKINK

OBRA: <u>José Piccoli</u> LOCAL: <u>Campos Novos</u>		N° NEG. GNF: <u>                    </u> APROVAÇÃO: <u>                    </u> Data: <u>29/05/2011</u>		PIVOT Nº: <u>1</u>		
PIVOT MODELO: <u>S2 AF3020-15</u>		QUANT. TORRES: <u>8</u>				
<b>COMPOSIÇÃO DO PIVOT:</b> Altura livre entre as torres: <u>3,00 m</u> 8 Lances Médio 6 5/8"		<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:</b> Lâmina Bruta: <u>8,00 mm/dia</u> Eficiência de Aplicação: <u>85 %</u> Lâmina Líquida: <u>6,8 mm/dia</u> Tempo de Operação Diária: <u>21,00 h</u> Vazão Total: <u>231,2 m³/h</u> Vazão por Área: <u>3,84 m³/ha/h</u> Velocidade da Última Torre: <u>255,00 m/h</u> Tempo Mínimo por Volta: <u>9,46 h</u> Lâmina Bruta Mínima: <u>3,63 mm</u> Rolo: <u>45 %</u> 8,00 mm				
Balanço: <u>26,50 m</u> Comprimento até a última Torre: <u>384,00 m</u> Comprimento Total dos Tubos: <u>410,50 m</u> Raio do Canhão: <u>27,37 m</u>		<b>ALTURAS MANOMÉTRICAS:</b> Pressão no Extremo do Pivot: <u>16,00 mca</u> Perda de Carga no Tubo do Pivot: <u>12,69 mca</u> Desnível Centro ao Pto + Alto: <u>3,00 mca</u> Altura dos Aspersores: <u>4,20 mca</u> Pressão no Centro do Pivot: <u>36,39 mca</u> Desnível Captação ao Centro: <u>5,00 mca</u> Altura de Sucção: <u>3,00 mca</u> Perda de Carga na Adutora: <u>7,67 mca</u> Perda de Carga Localizada: <u>2,06 mca</u> Altura Manométrica Total: <u>53,62 mca</u>				
<b>ÁREA IRRIGADA:</b> Raio efetivo da área irrigada: <u>437,87 m</u> Área circular irrigada: <u>60,29 ha</u> Área setorial irrigada: <u>60,29 ha</u>						
<b>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:</b> Aspersores tipo: <u>Super Spray</u> Banguelas e Aspersores: <u>186,00 pp</u> Motorreductor: <u>1,50 CV</u> Pressão Centro do Pivot: <u>3,47 atm</u> Pressão Ponta Extrema do Pivot: <u>1,55 atm</u>						
<b>TUBULAÇÃO ADUTORA:</b>						
	Trecho	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Vazão (m³/h)	Velocidade (m/s)	Perda Carga (mca)
Aço	1a.	200	18,00	231,18	2,04	0,37
PVC PN125	1a.	0	0,00	0,00	0	0,00
PVC PN80	1a.	0	0,00	0,00	0	0,00
PVC PN60	1a.	200	582,00	231,18	1,75	7,30
Aço	2a.	0	0,00	0,00	0	0,00
PVC PN125	2a.	0	0,00	0,00	0	0,00
PVC PN80	2a.	0	0,00	0,00	0	0,00
PVC PN60	2a.	0	0,00	0,00	0	0,00
<b>TOTAL</b>			<b>600,00 metros</b>			<b>7,67 mca</b>
<b>TUBULAÇÃO DE SUÇÃO:</b> Diâmetro: <u>1 x 250,00 mm</u> Comprimento: <u>20,00 m</u>		<b>CANHÃO:</b> Lâmina: <u>8,50 mm/dia</u> Boca: <u>20,00</u> Bomba Rolargo: <u>Meganorm Bloc 32-125 Sov</u> Raio de Alcance: <u>27,37 m</u> Vazão: <u>29,54 m³/h</u>				
<b>BOMBEAMENTO NORMAL</b>						
<b>BOMBA CENTRÍFUGA 1 X</b> Marca: <u>IMBIL</u> Modelo: <u>INI 125-315</u> Rotor: <u>330 mm</u> Vazão Prevista: <u>231,18 m³/h</u> Pressão Prevista: <u>53,62 mca</u> Rendimento: <u>77 %</u> Consumo de Força no Eixo: <u>59,62 CV</u> Número de Estágios: <u>1</u>		<b>MOTOR ELÉTRICO 1 X</b> Marca: <u>Weg</u> Modelo: <u>W-21 - IP 55</u> Potência Nominal: <u>75 CV</u> Rotações: <u>1750 rpm</u> No. Fases: <u>Trifásico</u> Tensão: <u>380 V</u> Consumo Energia: <u>43,84 kw/h</u> Fator de Serviço: <u>1,00</u> Chave de Partida: <u>Compensadora</u>				
<b>MOTOR DIESEL:</b> Marca: <u>                    </u> Potência Contínua: <u>CV</u> Rotação: <u>rpm</u> Consumo de combustível: <u>l/h</u> Potência com Gerador: <u>CV</u> Potência Gerador: <u>KVA</u>		<b>GRUPO GERADOR:</b> Potência: <u>CV</u> Potência Gerador: <u>KVA</u> Tensão: <u>V</u>				
<b>FORNTE DE ALIMENTAÇÃO (BOMBEAMENTO):</b> Potência: <u>75 KVA</u> Tensão: <u>380 V</u>		<b>FORNTE DE ENERGIA DO PIVOT:</b> Potência: <u>25 KVA</u> Tensão 1ª ATTS: <u>380/510 V</u> Tensão 2ª ATTS: <u>0 V</u>				

## Tutorial para utilização do Cropwat 8.0

Para utilizar o Cropwat 8.0 é necessário que sejam inseridos os dados climatológicos (temperatura, umidade, insolação e velocidade do vento) do local em estudo, este procedimento é realizado como mostrado na Figura 1 do anexo.

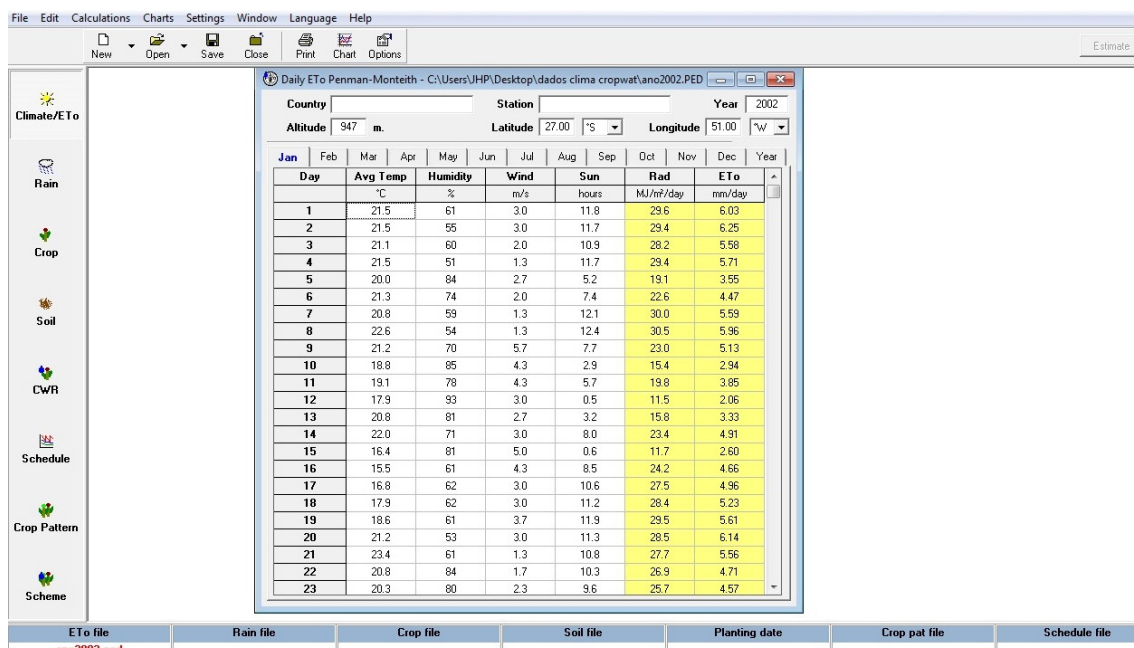


Figura 1

Após serem inseridos os dados climatológicos deverão ser inseridos os dados referentes a quantidade de chuva no local de estudo como mostrado na Figura 2 do anexo.

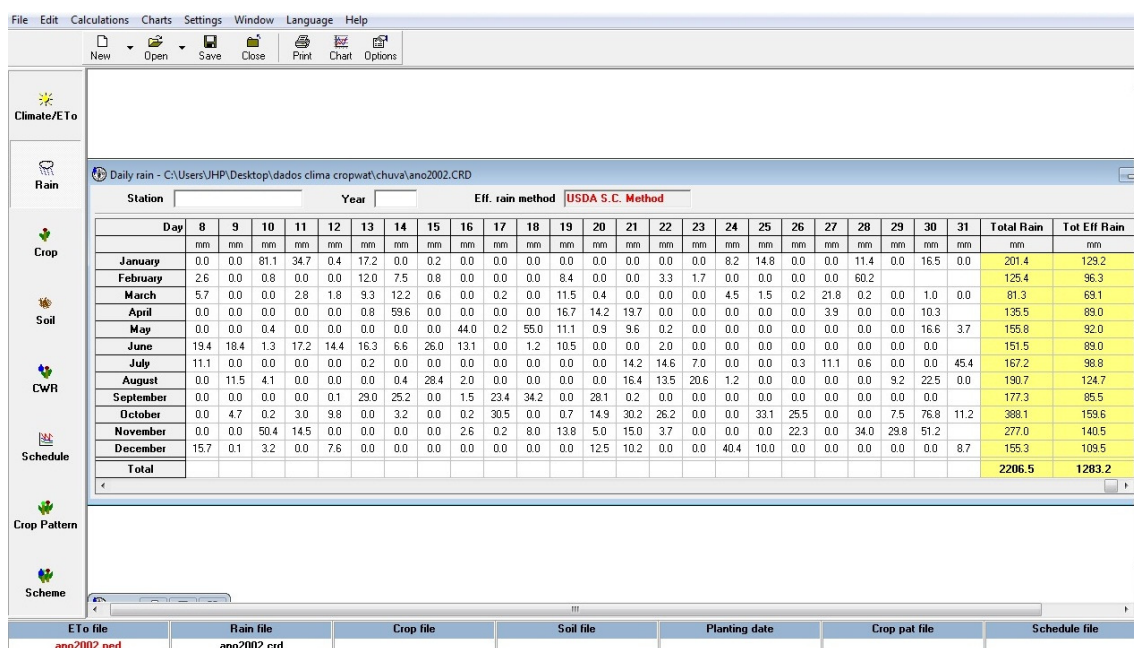


Figura 2

O programa requer ainda dados referentes à cultura e o solo do local de estudo (Figura 3 do anexo) para que possam ser realizados os cálculos da quantidade de água armazenada no solo e a capacidade da cultura de aproveitar essa água.

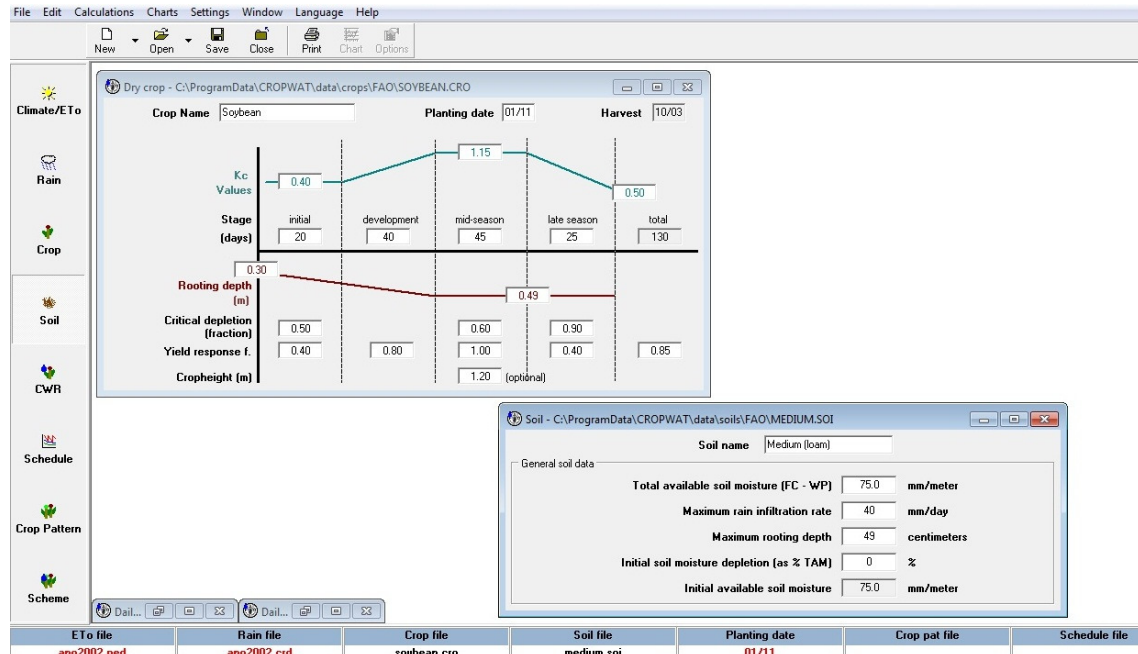


Figura 3

Após todos os dados serem inseridos, o programa é capaz de calcular quantas vezes é necessário irrigar a cultura e a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação como mostrado na Figura 4 do anexo.

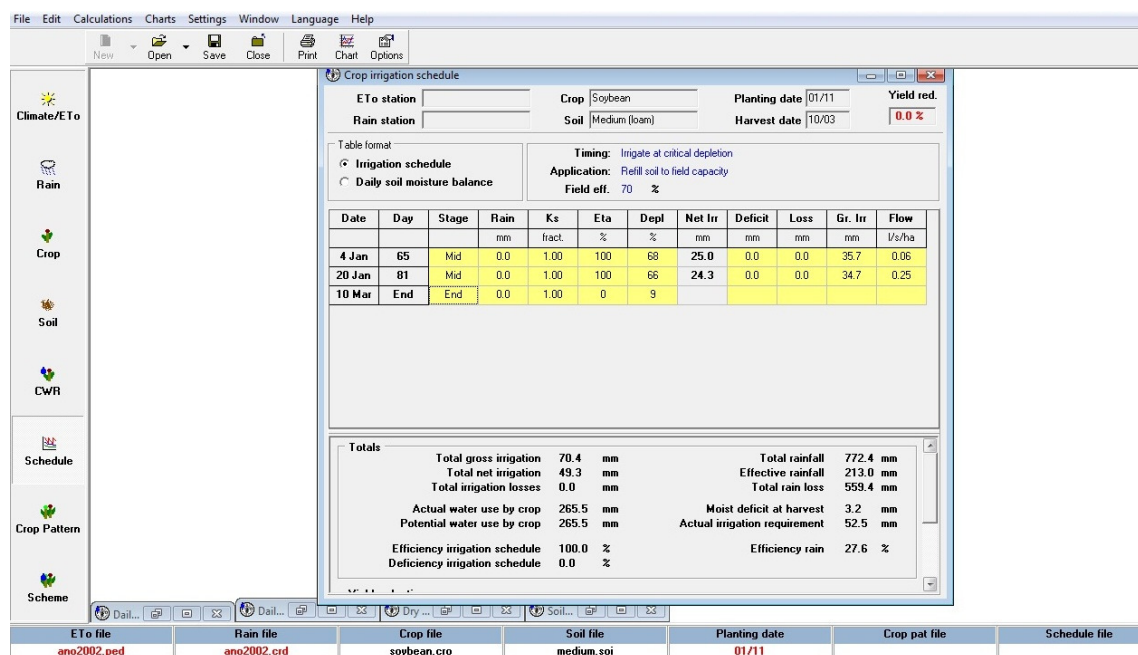


Figura 4

Na Figura 5 pode ser observado uma tela do programa onde foi utilizada a opção de não realizar a irrigação, desse modo é mostrado no canto superior direito a redução de produtividade causada na cultura pela falta de água.

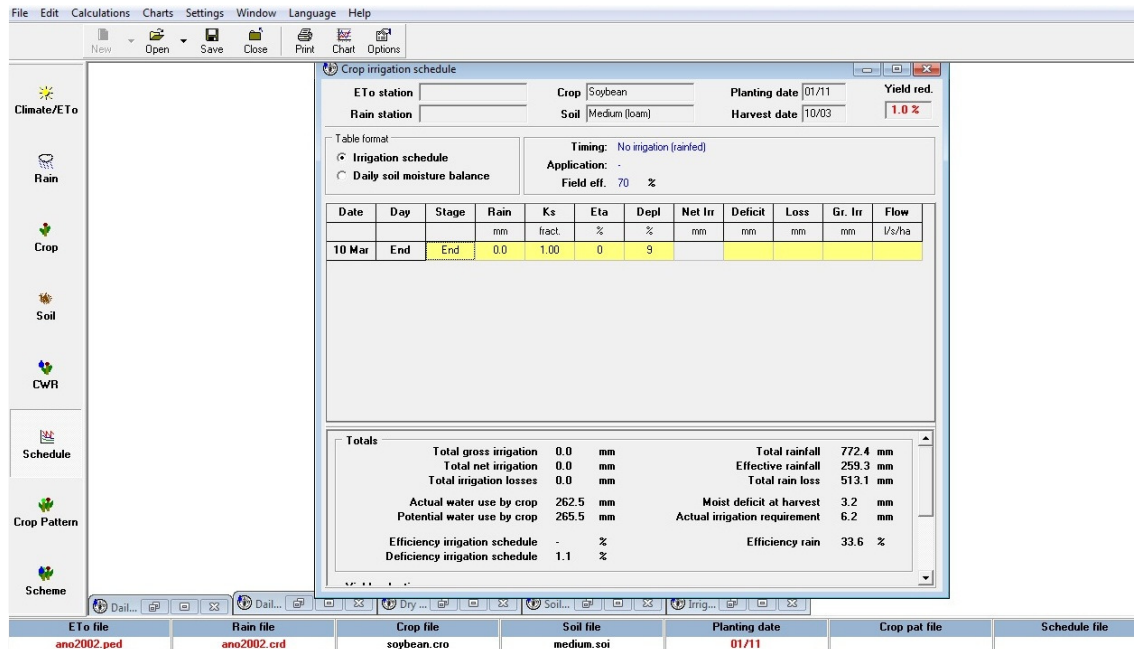


Figura 5

Na Figura 6 é mostrado o gráfico gerado pelo programa mostrando a queda nas reservas de água do solo. A linha marrom mostra o limite da água facilmente disponível para as plantas e a linha verde mostra o ponto de murcha permanente. Neste caso foi selecionada a opção de realizar a irrigação quando a queda nas reservas de água atingir o limite da água facilmente disponível.

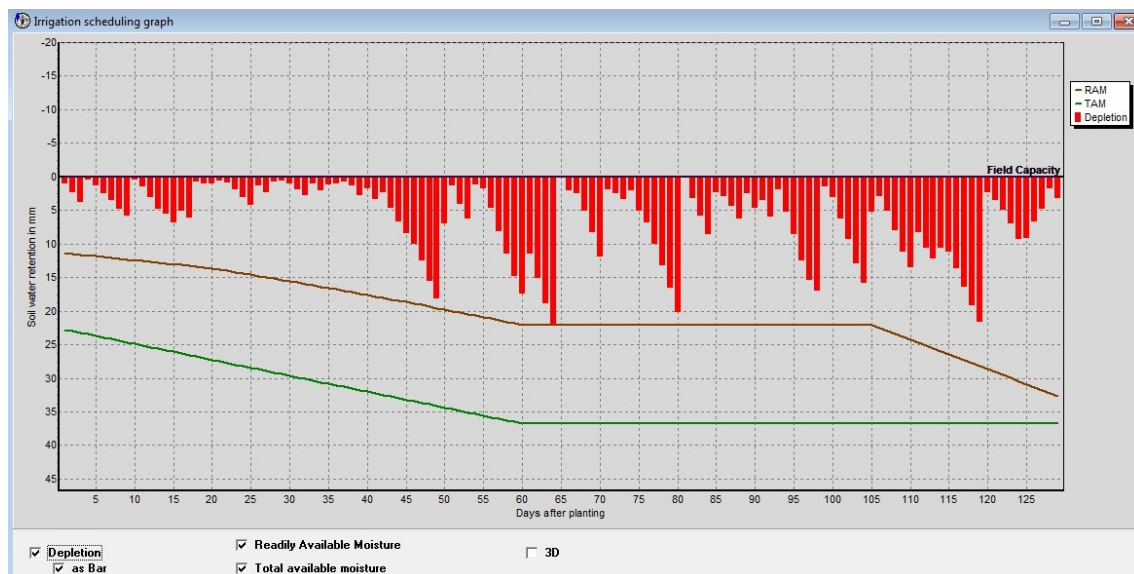
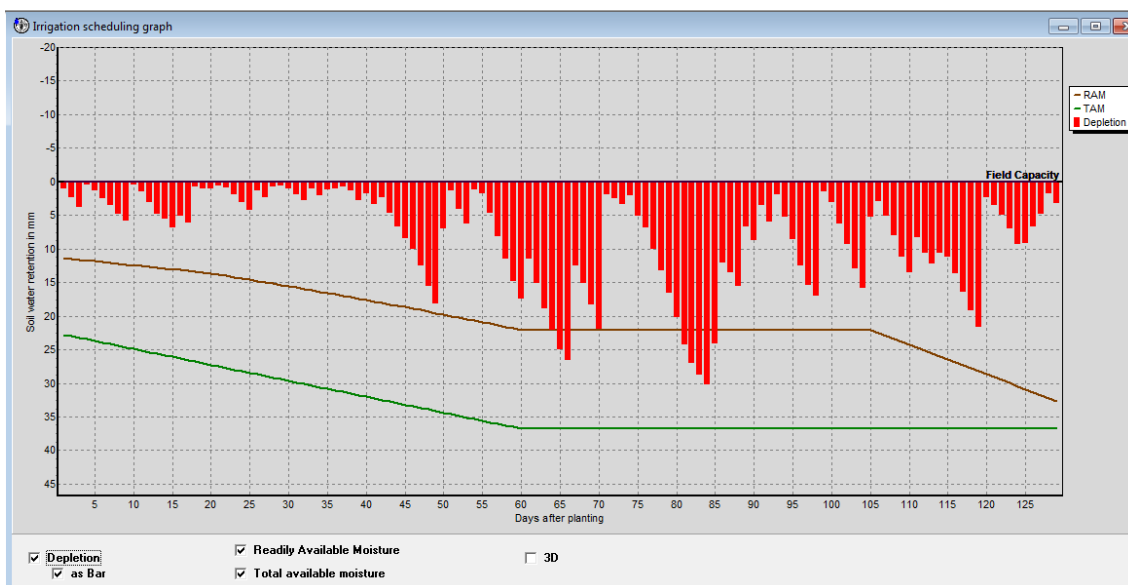


Figura 6

Na Figura 7 o programa foi utilizado com a opção de não realizar a irrigação e podemos observar que as reservas do solo em diversas situações encontram-se abaixo do limite da água facilmente disponível, o que indica que a cultura sofrerá reduções em sua produtividade devido a falta de água.



**Figura 7**

Para informações mais detalhadas do uso do Cropwat 8.0 a FAO disponibiliza no site [http://www.fao.org/nr/water/infores\\_databases\\_cropwat.html](http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html) um exemplo completo de utilização do programa.